

The text that follows is a REPRINT
O texto que segue é um REPRINT.

Please cite as:
Favor citar como:

Fearnside, P.M. 2001. Efeitos de uso de terra e manejo florestal no ciclo de carbono na Amazônia brasileira. pp. 173-196 In: V. Fleischresser (ed.) *Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia*, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. 436 pp.

Copyright . Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF

The original publication is available from:
A publicação original está disponível de:

Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF

EFEITOS DO USO DA TERRA E MANEJO FLORESTAL NO CICLO DE CARBONO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

*Philip M. Fearnside**

1 INTRODUÇÃO

1.1 Controvérsias sobre emissões brasileiras

As emissões brasileiras atuais e potenciais de gases de efeito estufa oriundas do desmatamento na Amazônia são assuntos de preocupação mundial e fontes de controvérsia. Os números que têm sido apresentados por diferentes autoridades para a magnitude dessas emissões variam desde zero até valores no mesmo nível que a emissão total pela frota mundial de automóveis. Em face de tais discrepâncias, é comum para pessoas que não acompanham o assunto adiarem qualquer decisão sobre aceitação de algum valor “até que os peritos concordem” (isto é, o observador continuará agindo como se o impacto fosse zero), ou, então, presumir que o ponto central dos vários valores que têm sido apresentados ao público representa a melhor estimativa. Nenhuma dessas duas reações é aconselhável: não há nada que substitua gastar o tempo necessário para entender os assuntos

* Pesquisador Titular da Coordenadoria de Pesquisa em Ecologia do INPA. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA

envolvidos e avaliar a confiança dos números diferentes disponíveis. Daí, temos que ter a coragem para agir a partir da melhor estimativa, uma vez que esta esteja identificada com base nos seus méritos. A gama de incerteza científica genuína que cerca as estimativas de emissões é muito menor que a gama de declarações que foram feitas sobre o assunto, porque muitos dos valores existentes contêm erros ou omissões conhecidos.

Além de controvérsias sobre quantas toneladas de gases são emitidas, há uma gama igualmente larga de opiniões sobre se um determinado nível de emissão representa apenas algo insignificante ou uma grande catástrofe. Infelizmente, as informações apresentadas no atual trabalho indicam que as emissões do desmatamento amazônico são grandes e o seu impacto é importante. A maneira com que são conduzidas as negociações sobre o clima pode determinar se este grande impacto representa uma notícia ruim para a população do interior amazônico ou uma oportunidade para tornar o serviço ambiental de evitar emissões de gases de efeito estufa num meio sustentável para manter aquela população.

1.2 Magnitude das emissões brasileiras

Os valores obtidos para a magnitude das emissões brasileiras dependem dos valores usados para parâmetros básicos, tais como taxa de desmatamento, biomassa e absorção de carbono pela paisagem que substitui a floresta. Eles também dependem da inclusão ou omissão de diferentes porções da emissão, tais como decomposição, requeimadas (queimadas subseqüentes da queimada inicial), biomassa subterrânea, carbono do solo, reservatórios hidrelétricos e o efeito de gases-traço, tais como metano e óxido nitroso.

Algumas estimativas muito altas de emissões da Amazônia brasileira foram o resultado de uma estimativa de taxa de desmatamento a 200.000 km²/ano. (WRI, 1990, p. 103) Esta estimativa da taxa de desmatamento é, na verdade, uma estimativa da área queimada (que não é a mesma coisa que o desmatamento) para 1987, derivada por Setzer et al. (1988) e extrapolada para a “década de 80”. Ambos os

erros técnicos na estimativa da taxa de desmatamento e na extrapolação a partir de um ano atípico (1987) invalidam esses cálculos de emissões. (FEARNSIDE, 1990a) Uma outra estimativa alta (MYERS, 1989, 1991) usa o valor de 50.000 km²/ano como estimativa da taxa de desmatamento, baseado em uma versão preliminar de uma estimativa feita por Setzer e Pereira (1991), que calcularam 48.000 km²/ano como a taxa para 1988. A taxa de 50.000 km²/ano (MYERS, 1989, 1991) também foi usada como a estimativa da taxa de desmatamento em cálculos de emissões feitos por Houghton (1991). Esta estimativa da taxa de desmatamento também sofre de erros técnicos conhecidos que sobrestimam o valor resultante. (veja FEARNSIDE, 1990a) A melhor estimativa atual para a taxa de desmatamento no período 1980-1989 é 20.300 km²/ano, baseado em Fearnside (1997a), derivada com vários ajustes das estimativas de área acumulada desmatada até 1980 (SKOLE & TUCKER, 1993) e 1989 (e.g., BRASIL, INPE, 1998). Este e outros valores para a taxa de desmatamento mencionados no atual trabalho referem-se à perda de “floresta” (como definido em FEARNSIDE & FERRAZ, 1995) e não incluem em perda do cerrado nem a degradação de floresta por exploração madeireira ou por outros processos.

As estimativas de biomassa variam muito, tanto em magnitude como na confiabilidade dos dados e no procedimento de cálculo. Uma estimativa de biomassa total (inclusive biomassa subterrânea) de apenas 155,1 t/ha (em termos de peso seco de biomassa, não em termos de carbono) foi derivado por Brown e Lugo (1984). Este valor, que é menos da metade do valor das estimativas atuais deste parâmetro, foi usado por Detwiler e Hall (1988) para calcular as emissões de desmatamento tropical. Embora esta estimativa de biomassa não seja defendida por ninguém hoje, inclusive os seus autores originais, ainda é pertinente porque faz parte da base da estimativa usada pelo Painel Intergovernmental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 1,6 Gt (gigatoneladas=10⁹ t) de carbono como a emissão líquida total global oriunda da mudança do uso da terra nos trópicos. (SCHIMEL et al., 1996, p. 79) O valor global de 1,6 Gt C para emissões anuais do desmatamento tropical no período 1980-1989 foi derivado originalmente (WATSON et al., 1990, p. 11) como o ponto central entre uma estimativa baixa de 0,6

Gt C/ano feito de Detwiler e Hall (1988, p. 43) e uma estimativa alta de 2,5 Gt C/ano de Houghton et al. (1987, p. 125) Este último foi baseado em uma estimativa para a biomassa total da floresta de 352 t/ha de Brown e Lugo (1982).

No relatório do IPCC de 1990 (HOUGHTON et al., 1990), o valor de 1,6 Gt C/ano foi chamado o “termo de mudança de uso da terra”, mas as emissões oriundas de fontes que não eram de desmatamento tropical foram, de fato, todas consideradas como tendo valores nulo. No relatório de 1995 (o Segundo Relatório de Avaliação, ou SAR: HOUGHTON et al., 1996), o termo de 1,6 Gt C/ano foi restringido explicitamente ao desmatamento tropical, e um termo separado de -0,5 Gt C/ano foi acrescentado para representar a absorção de carbono pelo crescimento de florestas na zona temperada. O termo de $1,6 \pm 1$ Gt C/ano para desmatamento tropical foi mantido no SAR (SCHIMEL et al., 1996, p. 79) baseado em uma concordância aproximada com uma estimativa de $1,65 \pm 0,4$ Gt C/ano de Brown et al. (1996, p. 777) Esta última estimativa é baseada principalmente em uma estimativa mundial de Dixon et al. (1994), que usou estimativas de biomassa para a Amazônia brasileira baseadas em Fearnside (1992a): 272 t/ha, ou aproximadamente 33% abaixo das estimativas atuais para a biomassa da floresta que é desmatada. (FEARNSIDE, s/d; atualizado de FEARNSIDE, 1997b) Além disso, a estimativa de Dixon et al. (1994) era, no caso da Amazônia brasileira, baseada em uma estimativa de desmatamento para os anos oitenta (SKOLE & TUCKER, 1993), que subestima a taxa de desmatamento naquele período em 24%. (FEARNSIDE, 1993a) Claramente, estas diferenças são suficientes para fazer uma diferença significativa nas conclusões finais relativas à magnitude das emissões de gases de efeito estufa oriundas do desmatamento.

O Relatório Especial sobre Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Florestas (SR-LULUCF), do IPCC, adotou um valor de 2.0 ± 0.8 Gt C/ano para a emissão do desmatamento tropical no período 1981-1990. (BOLIN et al., 2000) Isto foi baseado no trabalho de Houghton (1999).

Emissões líquidas comprometidas expressam a contribuição da transformação da paisagem florestada em uma nova paisagem, usando como base de comparação o mosaico de usos da terra que seria o

resultado de uma condição de equilíbrio criado por uma projeção das tendências atuais. Isto inclui emissões da decomposição e queimada dos troncos que permanecem sem queimar quando a floresta é derrubada inicialmente (emissões comprometidas), e absorção de carbono pelo crescimento de florestas secundárias em locais abandonados depois do uso em agropecuária (absorção comprometida). (FEARNSIDE, 1997b)

Emissões líquidas comprometidas consideram as emissões e absorções que acontecerão à medida que a paisagem de uma determinada área desmatada se aproxime de uma nova condição de equilíbrio. Aqui a área considerada é os 13.800 km² de floresta amazônica que foram cortados em 1990, o ano de referência para os inventários da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UN-FCCC). As “emissões prontas” (emissões que entram na atmosfera no ano da derrubada) são consideradas junto com as “emissões atrasadas” (emissões que entrarão na atmosfera em anos futuros), como também a absorção correspondente pelo recrescimento da vegetação nos locais desmatados. Não são incluídas as emissões de gases-traço da queimada e da decomposição de floresta secundária e de biomassa de pastagem na paisagem de substituição, embora sejam incluídos os gases-traço e fluxos de gás carbônico para emissões que originam de restos da biomassa da floresta original, de perda de fontes de floresta intactas e sumidouros, e de estoques de carbono do solo. Emissões líquidas comprometidas são calculadas como a diferença entre os estoques de carbono na floresta e na paisagem de substituição de equilíbrio, com fluxos de gases-traço calculados com base nas frações da biomassa que queima ou decompõe seguindo caminhos diferentes.

Em contraste com as emissões líquidas comprometidas, o balanço anual considera a liberação e a absorção de gases de efeito estufa em um determinado ano. (FEARNSIDE, 1996) O balanço anual considera a região inteira (não apenas a parte desmatada em um único ano) e os fluxos de gases entrando e saindo da região, ambos como emissões prontas nas áreas recentemente desmatadas e como “emissões herdadas”, e a absorção nos desmatamentos de idades diferentes em toda a paisagem. Emissões e absorções herdadas são os fluxos que acontecem no ano em questão, que são o resultado de atividade de

desmatamento em anos prévios, por exemplo, os fluxos através de decomposição ou requeima da biomassa remanescente da floresta original. O balanço anual também inclui gases-traço da floresta secundária e pastagem que queimam ou que se decompõem.

O balanço anual representa uma medida instantânea dos fluxos de gases de estufa, dos quais o gás carbônico é um deles. Embora os cálculos atuais sejam feitos anualmente, eles são aqui chamados de “instantâneos” para enfatizar o fato que eles não incluem conseqüências futuras do desmatamento e de outras ações que acontecem durante o ano em questão.

2 BIOMASSA FLORESTAL

Emissões de gases de estufa oriundas do desmatamento são essencialmente proporcionais à biomassa da floresta. A gama extensiva de estimativas de biomassa é, então, um fator fundamental na gama de valores que os diferentes autores têm calculado. Em vários casos, no entanto, valores subestimados para a biomassa foram usados junto com superestimativas da taxa de desmatamento. Em tais casos, os erros podem cancelar um ao outro e podem produzir estimativas de emissões que caem dentro de uma faixa razoável. No entanto, uma concordância entre estimativas que diferem nas suas suposições subjacentes e nos seus parâmetros é ilusória e enganosa, já que isso não indica a replicação. É importante estabelecer políticas com base em estimativas que não somente têm o resultado final correto, mas que chegam até este resultado pelas razões certas – quer dizer, baseado nas melhores estimativas atuais de todos os parâmetros.

Uma série de estimativas foi produzida por Sandra Brown e Ariel Lugo (BROWN & LUGO, 1982, 1984, 1992a,b,c; BROWN et al., 1989), enquanto produzi uma série de estimativas com valores substancialmente mais altos. (FEARNSIDE, 1985, 1986, 1987a, 1990b, 1991, 1992a,b, 1994, 1997b, s/d) É muito importante entender por que as diferenças existem. A estimativa muito baixa de 155,1 t/ha, dos quais 133,7 t/ha eram acima do solo (BROWN & LUGO, 1984), aparentemente continha erros de cálculo, já que os dados originais da FAO para volume florestal usados naquela

estimativa levam a valores mais altos para biomassa quando o procedimento de cálculo publicado é aplicado. (veja FEARNSSIDE, 1986, 1987a) Em uma publicação subsequente, Brown e Lugo revisaram a porção da biomassa acima do solo da estimativa deles para 169,68 t/ha aumentando o valor em 27%. (BROWN et al., 1989) No entanto, esta e as estimativas subsequentes para biomassa acima do solo de 162 t/ha (BROWN & LUGO, 1992a) e 227 t/ha (BROWN & LUGO, 1992b) continham omissões significativas. (veja FEARNSSIDE, 1992b, 1993b) Estas incluem um ajuste de +15,6% da biomassa viva acima do solo para o fator de forma, +12,0% para as árvores <10 cm de diâmetro a altura do peito (DAP), +3,6% para as árvores 30-31,8 cm DAP, +2,4% para as palmeiras, +5,3% para os cipós, +0,2% para outros componentes de não-arbóreos, -0,9% para o volume e densidade da casca, e -6,6% para árvores ocas. Estes ajustes à biomassa viva acima do solo somam +31,7%. O total assim obtido deve, então, ser aumentado com acréscimos para biomassa morta (8,6%) e para biomassa de baixo do solo (33,6%). (FEARNSSIDE, s/d, atualizado de FEARNSSIDE, 1994; veja FEARNSSIDE, 1997b) As estimativas atuais (FEARNSSIDE, s/d, atualizado de FEARNSSIDE, 1994; veja FEARNSSIDE, 1997b) estão baseadas em muito mais dados que as estimativas anteriores, usando dados de inventário florestal de 2.954 ha de parcelas de 1 ha espalhadas em toda a Amazônia Legal. Aproximadamente 90% dos dados estão baseados nos levantamentos do Projeto RADAMBRASIL, e os 10% restantes em dados da FAO. O cálculo atual de biomassa incorpora melhores estimativas da densidade básica da madeira, desagregado por tipo de floresta. (FEARNSSIDE, 1997c)

3 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

As estimativas de emissão de gases provocada pelo desmatamento podem variar muito dependendo dos componentes incluídos no cálculo. Cálculos que omitem partes importantes da emissão podem chegar a conclusões gerais bastante enganadores. O inventário brasileiro sob a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UN-FCCC), ainda em preparação, segue uma metodologia padronizada (HOUGHTON et al., 1997) e, portanto, não deve sofrer grandes omissões,

como tem ocorrido diversas vezes em estimativas divulgadas nos últimos anos.

Em 1992, na véspera da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), ou “ECO-92”, no Rio de Janeiro, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) anunciou que o desmatamento no Brasil liberou apenas 1,4% das emissões de CO₂ do mundo (BORGES, 1992), um valor aproximadamente três vezes menor do que aquele derivado no trabalho atual. Um valor tão baixo foi obtido contando somente as emissões prontas liberadas pela queimada inicial da floresta, ignorando a decomposição e as requeimas. Somente 39% da liberação total de carbono acima do solo, ou 27% da liberação bruta de carbono total (inclusive emissões da biomassa subterrânea e do carbono do solo), acontece por este caminho para o componente de gás carbônico das emissões líquidas comprometidas. (FEARNSIDE, 2000a, atualizado de FEARNSIDE, 1997b)

Em 1997, na véspera da terceira conferência das partes da UNFCCC, em Kyoto, o INPE anunciou que o Brasil libera zero de emissões líquidas oriundas do desmatamento. (IstoÉ, 1997) Aparentemente, esta conclusão extraordinária foi tirada ignorando todas as emissões fora da queimada inicial, combinado com a crença de que as “plantações” podem absorver esta quantia de carbono de alguma maneira. O INPE afirmou que “as plantações que nascem acabam absorvendo o carbono que foi jogado na atmosfera com a queimada”. (IstoÉ, 1997) Infelizmente, apenas 7% das emissões líquidas comprometidas são reabsorvidas pela paisagem que substitui a floresta. (FEARNSIDE, 1997b; também veja FEARNSIDE & GUIMARÃES, 1996)

As estimativas atuais do autor para emissões oriundas do desmatamento em 1990 na Amazônia Legal brasileira são apresentadas na tabela 1 em termos de emissões líquidas comprometidas e de balanço anual. Dois cenários são apresentados: emissões “baixas” e “altas” de gases-traço. Estas representam uma gama de fatores de emissão, ou seja, a quantia de cada gás emitida por meio de processos diferentes, tais como combustão em chamas e combustão sem chamas (formação de brasas). A faixa de dúvida sobre outros fatores importantes, tais como a biomassa da floresta e a taxa de desmatamento em locais

O peso relativo no desmatamento amazônico de pequenos agricultores *versus* grandes proprietários de terras está continuamente sujeito a mudanças como resultado de mudanças nas pressões econômicas e demográficas. O comportamento de proprietários de terras é muito sensível a mudanças econômicas, tais como as taxas de juros oferecidas pelo mercado financeiro e outros investimentos, os subsídios do governo para crédito agrícola, a taxa de inflação geral, e as mudanças no preço de terra. Incentivos fiscais eram um motivo forte nos anos setenta. Em junho de 1991, o Decreto n.º 153 suspendeu a concessão de novos incentivos. No entanto, os incentivos “velhos” (isto é, já aprovados) continuam até hoje, ao contrário da impressão popular que foi nutrida por numerosas declarações no sentido de que os incentivos tinham acabados. A maioria das outras formas de incentivos, tais como crédito subsidiado pelo governo a taxas de juros e correção monetária muito abaixo das taxas de inflação brasileira, efetivamente cessou depois de 1984 (o último ano, por exemplo, quando as fazendas do distrito agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA, no Estado do Amazonas, fizeram desmatamentos significantes).

Durante as décadas que precederem a iniciação do Plano Real em 1994, a hiperinflação era a característica dominante da economia brasileira. A terra desempenhou um papel como estoque de valor, e seu valor subiu muito acima dos níveis mais altos que poderiam ser justificados como um insumo para a produção agropecuária. Não obstante, foram ganhos vastas fortunas em terras amazônicas, e o desmatamento desempenhou um papel crítico como meio de garantir a posse de investimentos especulativos em terra. (veja FEARN SIDE, 1988)

O Plano Real cortou abruptamente a taxa de inflação no Brasil. Segundo a Fundação Getúlio Vargas, os preços da terra alcançaram um pico em 1995 e subseqüentemente caíram em 1996 e 1997. (O Diário, 25 jan. 1998) Esta é uma explicação provável para o declínio na taxa de desmatamento ao longo do período 1995-1997 indicado por dados de LANDSAT. Estes dados indicam um pico de desmatamento anual em 1995 de $29,1 \times 10^3 \text{ km}^2$, seguidos por $18,2 \times 10^3 \text{ km}^2$ em 1996, $13,2 \times 10^3 \text{ km}^2$ em 1997, e uma estimativa preliminar de $16,8 \times 10^3 \text{ km}^2$ em 1998. (Brasil, INPE, 1998, 1999) O pico em 1995, que

representa um salto a partir da taxa já muito alta de $14,9 \times 10^3 \text{ km}^2$ em 1994, é provavelmente em grande parte uma reflexão da recuperação econômica sob o Plano Real, e por conseguinte a disponibilidade de volumes maiores de dinheiro para serem investidos em fazendas de pecuária.

4 INTERPRETAÇÃO DE VALORES PARA O IMPACTO DAS EMISSÕES

4.1 Atribuição da culpa entre agentes

Uma característica importante do problema de emissões de gases de estufa oriundos do desmatamento é que a taxa de perda de floresta poderia ser reduzida muito sem provocar grandes impactos sociais. Isto é porque a maior parte do desmatamento é feita por grandes ou médios fazendeiros, ao invés de pequenos agricultores: apenas 30,5% do desmatamento em 1990 e 1991 são atribuídos a pequenos agricultores. (FEARNSIDE, 1995a) A idéia de que as florestas tropicais estão sendo desmatadas por agricultores intinerantes pobres que ficariam famintos se forçados a parar é, em grande parte, impróprio para a Amazônia brasileira, onde quase 70% do desmatamento é feito pelos ricos. Além disso, a produção agrícola nacional não é fortemente dependente em desmatamento de mais floresta amazônica porque a maior parte da área aberta torna-se pastagem de baixa qualidade que degrada depois de apenas uma década. Somente 6% do valor da produção agrícola brasileira vem da Amazônia, e a grande maioria dos 547.100 km^2 já desmatados até 1998 (uma área do tamanho da França) é pastagem ou floresta secundária em pastagens abandonadas. A falta de espaço na parte já desmatada da Região não limita a implantação de sistemas mais produtivos de agricultura comercial e de culturas alimentícias para alimentar os agricultores de subsistência.

A proporção do desmatamento da Região feita por proprietários de terras de tamanhos diferentes (baseado em FEARNSIDE, 1995a) pode ser usada para atribuir a responsabilidade pelas emissões de gás de efeito estufa entre diferentes classes de atores. Ao contrário de declarações feitas pelo então presidente do Instituto Brasileiro do Meio

Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (TRAUMANN, 1998), dados de desmatamento para 1995 e 1996 liberados pelo INPE (BRASIL, INPE, 1998) não indicam que os pequenos agricultores são agora os principais agentes de desmatamento. O fato de que mais da metade (59% em 1995 e 53% em 1996) da área de desmatamentos novos (diferente da área das propriedades nas quais os desmatamentos se localizam) tenha áreas menores de que 100 ha reforça a conclusão de que a maior parte do desmatamento está sendo feita por grandes e médios fazendeiros, já que nenhum pequeno agricultor pode desmatar uma área próxima a 100 ha em um único ano. Apenas 21% da área dos desmatamentos novos em 1995 e 18% em 1996 eram menores de 15 ha. Famílias de pequenos agricultores só são capazes de derrubar aproximadamente 3 ha/ano com mão-de-obra familiar (FEARNSIDE, 1982), e isto é refletido no comportamento de desmatamento em áreas de assentamento. (FEARNSIDE, 1987b)

A tabela 2 mostra que um único grande fazendeiro (com 1000 ha ou mais de terra) tem, em média, um impacto maior sobre o efeito estufa que 273 pequenos agricultores (com <100 ha de terra), ou mais de 3.800 pessoas nas cidades do Brasil. Isto mostra de forma dramática o tremendo impacto ambiental causado por uma fração mínima da população do país. Este fato provê a chave para tomar medidas para reduzir a velocidade do desmatamento sem provocar impactos sociais inaceitáveis, e para tornar os serviços ambientais, tais como evitar o efeito estufa, em um meio para sustentar a população rural da região. (FEARNSIDE, 1997d) No que eu chamo de “solução Robin Hood”, o valor da mudança ambiental que é causada pelos ricos poderia ser usado para sustentar os pobres. Uma longa lista de barreiras teria que ser cruzada para se transformar serviços ambientais em uma forma de desenvolvimento sustentável para a Amazônia rural. (FEARNSIDE, 1997d) Não obstante, deve ser dada prioridade à criação das bases científicas, institucionais e diplomáticas para isto, se queremos um dia alcançar o objetivo de usar os serviços ambientais como a base de sustento da população, ao invés dos sistemas atuais baseados em mercadorias tradicionais como madeira e carne de boi.

TABELA 2 – EMISSÕES PER CAPITA POR DIFERENTES AGENTES NO DESMATAMENTO AMAZÔNICO E COMPARAÇÃO COM POPULAÇÕES EM OUTROS LUGARES

FONTE	POPULAÇÃO (MILHÕES)	CENÁRIO BAIXO DE GASES-TRAÇO			CENÁRIO ALTO DE GASES-TRAÇO		
		Emissão anual (milhões de t de C equivalente a C de CO ₂) ^(a)	Emissão anual per capita (t C equivalente a C de CO ₂)	N.º das pessoas precisou igualar um rancheiro grande	Emissão anual (milhões de t C equivalente ao C de CO ₂) ^(a)	Emissão anual per capita (t C equivalente ao C de CO ₂)	N.º de pessoas necessário para igualar um grande fazendeiro
Brasil:							
População de fazendeiros na Amazônia ^(b)	0.1	95	693,0	1	189	1.382,4	1
População de fazendeiros de tamanho médio na Amazônia ^(b)	0.5	105	219,1	3	81	167,8	8
População de pequenos agricultores na Amazônia ^(b)	6.7	88	13,2	53	34	5,1	273
Total na Amazônia rural	8	287	43,2	16	303	37,9	37
Resto do Brasil	132	47	0,4	1.946	47	0,4	3.882
Total do Brasil	140	655	4,7	148	680	4,9	285
Mundo	5.300	7.996	1,5	459	8.074	1,5	907
Estados Unidos	210	1.060	5,0	137	1.060	5,0	274

(a) São alocadas emissões entre classes de propriedade de acordo com a proporção de cada classe na atividade de desmatamento em 1990 na Amazônia Legal como um todo.

(b) Fazendas "grandes" são >1,000 ha de área, fazendas de tamanho "médio" são 100-1000 ha de área, agricultores "pequenos" são <100 ha de área. A população rural em 1990 é aproximada entre estas categorias em proporção ao número encontrado no Censo Agropecuário de 1985.

4.2 Emissões evitadas *versus* manutenção de estoques

Serviços ambientais incluem a manutenção da biodiversidade e da ciclagem de água, assim como os benefícios de mitigação do efeito estufa, que é o assunto do presente trabalho. O valor atribuído aos benefícios de efeito estufa depende, em grande parte, do modo como os créditos são calculados. Negociações sob o UN-FCCC até agora reconhecem apenas as mudanças no incremento dos fluxos de carbono; em outras palavras, o crédito para “emissões evitadas” só pode ser ganho se for evitado o desmatamento de uma determinada área de floresta que teria sido cortada na ausência de um programa de mitigação no caso do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, do Artigo 12 do Protocolo de Kyoto. (UN-FCCC, 1997, veja FEARN SIDE, 1999a) Este também é o critério aplicado pela Facilidade Global do Meio Ambiente (GEF), do Banco Mundial, na avaliação dos benefícios de carbono de projetos financiados com o objetivo de combater o efeito estufa. (veja FEARN SIDE, 1995b) No caso de comércio das emissões sob o Artigo 17 do Protocolo de Kyoto, o crédito refere-se à diferença com a “quantidade atribuída”, que vem da emissão de 1990. (UN-FCCC, 1997; veja FEARN SIDE, 1999b)

Políticas que resultam na manutenção de floresta amazônica provêem dois tipos de serviço na mitigação do efeito estufa: o primeiro é a redução imediata dos fluxos de gases de efeito estufa à atmosfera, e o outro é evitar o impacto cumulativo muito maior que aconteceria se as vastas áreas restantes de floresta no Brasil fossem derrubadas no futuro. A metodologia atual baseada em “custos incrementais líquidos” refere-se apenas ao primeiro destes benefícios. A manutenção do estoque de carbono não recebe nenhum crédito. No entanto, fortes argumentos existem para recompensar este serviço, já que as conseqüências de não manter a floresta seriam severas. O desmatamento é um processo que tende a ficar mais difícil de ser estancado depois que começa em uma determinada área. Embora já tenham sido reduzidas a pequenos fragmentos muitas florestas tropicais ao redor do mundo, o Brasil foi calculado pela FAO (1993), na sua avaliação dos recursos florestais, como tendo 41% de toda a floresta úmida tropical restante no mundo em 1990.

Uma objeção freqüentemente considerada a respeito do reconhecimento da manutenção de estoques de carbono pelas florestas tropicais como um serviço, ao invés de redução de fluxos de carbono, é que os países com grandes depósitos de combustíveis fósseis exigiriam compensação pelos estoques não explorados que eles detêm. Por outro lado, há duas diferenças fundamentais entre estoques de carbono em florestas tropicais e aqueles em combustíveis fósseis. Uma é que a maioria das aproximadamente 5.000 Gt de carbono em estoques de combustíveis fósseis (PERRY & LANDSBERG, 1977 citados por BOLIN et al., 1979, p. 33) realmente não está “em risco”, já que a maior parte deste estoque provável não será queimada no futuro previsível (atualmente o mundo queima aproximadamente 6 Gt de carbono de combustível fóssil anualmente). Por outro lado, as florestas tropicais poderiam ser totalmente desmatadas dentro de um século. A outra diferença é que o uso de combustível fóssil pode ser controlado relativamente de modo fácil por meio de instrumentos econômicos, tais como impostos e tarifas; não é necessário colocar guardas ao lado dos poços para impedir que as pessoas bombeiem o petróleo. Por outro lado, as florestas tropicais requerem medidas mais ativas para mantê-las em pé. Atribuir um valor para o serviço de manter estoques de carbono em floresta tropical é fundamental para criar a motivação com vistas a dar os passos necessários para garantir que elas não sejam cortadas. Também vale a pena notar que manter carbono em florestas tropicais tem outros benefícios que manter estoques de carbono em depósitos de combustível fóssil não tem, tais como a manutenção da biodiversidade. Os benefícios de carbono de manter estes estoques são completamente reversíveis (um átomo de carbono é igual, independente da sua fonte, e pode ser removido da atmosfera em outro lugar através de incorporação na biomassa). A biodiversidade, por outro lado, não é trocável e, uma vez que os ecossistemas são destruídos e espécies são levadas à extinção, ela não se recupera.

4.3 Taxas de desconto para o carbono

Aplicar taxas de desconto aos benefícios de carbono é outra característica da contabilidade dos benefícios que pode afetar significativamente as conclusões. No momento, o GEF não desconta qualquer parâmetro físico, por exemplo, o carbono, quando se avaliam os benefícios de um projeto proposto de mitigação: uma tonelada de emissão evitada hoje tem o mesmo benefício que uma tonelada evitada daqui a 20 anos. No entanto, boas razões existem para dar algum crédito aos benefícios de carbono obtidos a curto prazo comparado ao crédito para benefícios obtidos a longo prazo. O efeito estufa não é uma catástrofe ambiental pontual, de uma vez só. Ao contrário, a cada grau de aquecimento aumenta a probabilidade que determinados níveis de impactos acontecerão, daquele momento para frente. Se um determinado grau de aquecimento é adiado de um ano para o outro, então todos os aumentos de impactos (inclusive mortes humanas) que teriam acontecido entre o ano mais cedo e o ano posterior representa um ganho real. Este ganho deveria ser visto como um ganho **permanente**, mesmo que pudesse ser esperado que os mesmos impactos aconteçam de qualquer maneira logo após o período em que o impacto foi adiado. A lógica é igual àquela usada no cálculo do crédito para evitar emissões de gases de efeito estufa pela redução do uso de combustíveis fósseis: reduzir o consumo de um barril de petróleo em um determinado ano é considerado como um benefício permanente, ainda que o mesmo barril de petróleo possa ser bombeado e queimado no ano seguinte. Isto é, porque a queima de todos os barris subsequentes de petróleo também fica adiada por um ano.

Descontar os benefícios dá mais peso às emissões de carbono oriundas do desmatamento comparado com as emissões oriundas de combustíveis fósseis. Isto é porque as emissões de combustíveis fósseis são quase todas na forma de CO₂, que tem um valor modesto de forçamento radiativo (uma medida instantânea da quantia de calor que o gás previne ser re-radiada ao espaço), mas cada molécula de CO₂ permanece na atmosfera durante aproximadamente 125 anos. (ALBRITTON et al., 1995, p. 222) O desmatamento emite a maioria de seu

carbono em forma de CO_2 , mas, diferente da combustão de combustível fóssil, uma parte do carbono é emitida como metano (CH_4) que tem um maior forçamento radiativo (impacto instantâneo) por tonelada de carbono enquanto permanece na atmosfera, mas que é removido depois de uma média de apenas 12,2 anos. (SCHIMEL et al., 1996, p. 121) Além disso, o IPCC atualmente não conta os efeitos indiretos do monóxido de carbono (CO) (um gás que alonga a vida do CH_4 na atmosfera pela remoção de hidroxilas (OH) que degradam o metano). A inclusão destes efeitos em revisões futuras dos procedimentos de contabilidade aumentaria ainda mais o efeito de aplicar uma taxa de desconto sobre os impactos de desmatamento, em comparação com os impactos de combustíveis fósseis. A perda de florestas por meio de inundações por represas hidrelétricas tem um impacto substancialmente maior, relativo à produção de energia termoe elétrica, se forem aplicadas taxas de desconto. (FEARNSIDE, 1997e)

Atualmente, o IPCC expressa o impacto relativo de diferentes gases de efeito estufa por meio de potenciais de aquecimento global (GWPs), que expressam o impacto de um único pulso de cada gás relativo a um pulso simultâneo de um peso igual de CO_2 . (SCHIMEL et al., 1996) Horizontes de tempo são considerados de 20, 100 e 500 anos, sem aplicar uma taxa de desconto. Nas discussões de política, na maioria das vezes, a ênfase é dada ao horizonte de tempo de 100 anos, especialmente nos resumos executivos dos relatórios do IPCC. Os horizontes de tempo de 20 e 500 anos fazem o valor mediano de 100 anos parecer razoável por meio de um tipo de “efeito de Cachinhos Dourados”, mas, na realidade, há pouca justificativa para atribuir um peso igual aos efeitos ao longo de períodos de até 100 anos (muito menos de 500 anos). Mudanças que acontecem no ano 1 têm mais importância que aquelas que somente acontecem no ano 99, não apenas como resultado de uma perspectiva egoísta por parte da geração atual, mas também por causa dos benefícios de adiar o fluxo de impactos provocados por aumento de temperatura, como mencionado anteriormente.

Embora muitas perguntas de política (além de ciência) precisam ser solucionadas pela escolha do modo como que o valor do impacto

sobre o efeito estufa é calculado, e, por conseguinte, o modo como se calcula o valor do benefício de evitar este impacto, as emissões de desmatamento amazônico são suficientemente grandes para que todos os métodos prováveis conduzam à conclusão que o desmatamento causa um impacto global significativo. Evitar o efeito estufa, junto com os outros serviços ambientais na manutenção da biodiversidade e do ciclo hidrológico regional, provê uma base, em potencial, para sustentar, ambos, a população rural da região e as funções ecológicas da floresta tropical. (FEARNSIDE, 1997d)

5 CONCLUSÕES

O desmatamento na Amazônia Legal brasileira libera quantias significativas de gases de efeito estufa. Emissões líquidas comprometidas (o resultado a longo prazo de emissões e absorções em uma determinada área que é desmatada) totalizaram 267-278 milhões de t de carbono equivalente a carbono de CO₂ em 1990 (sob cenários baixos e altos de gases-traço), enquanto o correspondente balanço anual de emissões líquidas (o balanço em um único ano sobre toda a região, inclusive as áreas desmatadas em anos anteriores) em 1990 era 354-358 milhões de toneladas oriundas do desmatamento, mais 62 milhões de toneladas da exploração madeireira. Estas cifras contrastam com pronunciamentos que reivindicam pequena ou até mesmo nenhuma emissão líquida de Amazônia. A maior parte das emissões é causada por grandes e médios fazendeiros (apesar de recentes declarações em sentido contrário), um fato que significa que a velocidade do desmatamento poderia ser bastante reduzida sem parar o desmatamento que é feito por pequenos agricultores por fins de subsistência. Os benefícios monetários e não monetários significativos evitando este impacto provêm um raciocínio para fazer a provisão de serviços ambientais um objetivo a longo prazo na reorientação do desenvolvimento na Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apresentado no Seminário sobre Causas do Desmatamento, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 19-21 de setembro de 2000, atualizando as informações apresentadas na "Conferência Internacional – Dimensões Humanas da Mudança Climática Global e Manejo Sustentável das Florestas das Américas: Uma Conferência Interamericana", 30 de novembro – 03 de dezembro de 1997, Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília. (FEARNSIDE, 2000b) O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (AIs 350230/97-98 e 523980/96-5) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PPIs 5-3150 e 1-6130) contribuíram com apoio financeiro. São adaptadas porções desta discussão de Fearnside (2000c,d). Agradeço a M. Dore, P.L.M.A. Graça, M. de A. Lima e S.V. Wilson por comentários.

BIBLIOGRAFIA

- ALBRITTON, D. L., R.G. Derwent, I.S.A. Isaksen, M. Lal & D.J. Wuebbles. Trace gas radiative forcing indices. p. 205-231 In: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris & K. Maskell. (eds.) **Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 339 p. 1995.
- BOLIN, B. R. Sukumar, P. Ciaia, W. Cramer, P. Jarvis, H. Kheshgi, C. Nobre, S. Semenov and W. Steffen. Global perspective. p. 23-51. In: R.T. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo & D.J. Dokken (eds.) **Land Use, Land-Use Change, and Forestry** Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 2000.
- BOLIN, B., E.T. Degens, P. Duvigneaud & S. Kempe. The global biogeochemical carbon cycle. p. 1-56 In: B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe & P. Ketner (eds.) **The Global Carbon Cycle. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) Report No. 13**. John Wiley & Sons, New York, E.U.A. 491 p. 1979.
- BORGES, L. "Desmatamento emite só 1,4% de carbono, diz Inpe" **O Estado de São Paulo** 10 de abril de 1992, p. 13. 1992.
- BRASIL, INPE. **Amazônia: Desflorestamento 1995-1997**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo. Documento divulgado via internet (<http://www.inpe.br>). 1998.

- BRASIL, INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite/ Monitoring of the Brazilian Amazon Forest by Satellite**: 1997-1998. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Documento divulgado via internet (<http://www.inpe.br>). 1999.
- BROWN, S. & A.E. Lugo. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. **Biotropica** 14(2): 161-187. 1982.
- BROWN, S. & A.E. Lugo. Biomass of tropical forests: A new estimate based on forest volumes. **Science** 223: 1290-1293. 1984.
- BROWN, S. & A.E. Lugo. Biomass estimates for Brazil's Amazonian moist forests. p. 46-52 In: **Forest '90**: Anais do Primeiro Simpósio Internacional de Estudos Ambientais em Florestas Tropicais Umidas. Biosfera – Sociedade Brasileira para a Valorização do Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 508 p. 1992a.
- BROWN, S. & A.E. Lugo. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. **Interciencia** 17(1): 8-18. 1992b.
- BROWN, S. & A.E. Lugo. Biomass of Brazilian Amazonian forests: The need for good science. **Interciencia** 17(4): 201-203. 1992c.
- BROWN, S., A.J.R. Gillespie & A.E. Lugo. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science** 35: 881-902. 1989.
- BROWN, S., J. Sathaye, M. Cannell, P. Kauppi, P. Burschel, A. Grainger, J. Heuvelink, R. Leemans, P.M. Moura Costa, M. Pinard, S. Nilsson, W. Schopfhauser, R. Sedjo, N. Singh, M. Trexler, J. van Minnen & S. Weyers. Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. p. 773-797 In: R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss & D.J. Dokken (eds.) **Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-technical analysis**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 878 p. 1996.
- DETWILER, R. P. & C.A.S. Hall. Tropical forests and the global carbon cycle. **Science** 239: 42-47. 1988.
- DIXON, R. K., S. Brown, R.A. Houghton, A.M. Solomon, M.C. Trexler & J. Wisniewski. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. **Science** 263: 185-190. 1994.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Forest Resources Assessment 1990**: Tropical Countries. (FAO Forestry Paper 112). FAO, Roma, Itália. 61 p. + anexos. 1993.
- FEARNSIDE, P. M. & J. Ferraz. A conservation gap analysis of Brazil's Amazonian vegetation. **Conservation Biology** 9(5): 1134-1147. 1995.
- FEARNSIDE, P. M. & W.M. Guimarães. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management** 80(1-3): 35-46. 1996.

FEARNSIDE, P. M. Alocação do uso da terra dos colonos da Rodovia Transamazônica e sua relação com a capacidade do suporte humano. **Acta Amazonica** 12(3): 549-578. 1982.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazon forest and the global carbon problem. **Interciencia** 10(4): 179-186. 1985.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazon forest and the global carbon problem: Reply to Lugo and Brown. **Interciencia** 11(2): 58-64. 1986.

FEARNSIDE, P. M. Summary of progress in quantifying the potential contribution of Amazonian deforestation to the global carbon problem. p. 75-82 In: D. Athié, T.E. Lovejoy & P. de M. Oyens (eds.) **Proceedings of the Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research**. Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba, São Paulo. 85 p. 1987a.

FEARNSIDE, P. M. Derrubada da floresta e roçagem de crescimento secundário em projetos de colonização na Amazônia brasileira e a sua relação à capacidade de suporte humano. **Acta Amazonica** 16/17 (suplemento): 123-141. 1987b.

FEARNSIDE, P. M. Causas de desmatamento na Amazônia brasileira. **Pará Desenvolvimento** 23: 24-33. 1988.

FEARNSIDE, P. M. The rate and extent of deforestation in Brazilian Amazonia. **Environmental Conservation** 17(3): 213-226. 1990a.

FEARNSIDE, P. M. Contribution to the greenhouse effect from deforestation in Brazilian Amazonia. p. 465-488 In: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Response Strategies Working Group (RSWG), Subgroup on Agriculture, Forestry and other Human Activities (AFOS). **Proceedings of the Conference on Tropical Forestry Response Options to Global Climate Change**. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy Assessment (USEPA-OPA, PM221), Washington, D.C., E.U.A. 531 p. 1990b.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas contributions from deforestation in Brazilian Amazonia. p. 92-105 In: J.S. Levine (ed.) **Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications**. MIT Press, Boston, Massachusetts, E.U.A. 640 p. 1991.

FEARNSIDE, P. M. **Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in the Brazilian Amazon**. Carbon Emissions and Sequestration in Forests: Case Studies from Developing Countries. Volume 2. LBL-32758, UC-402. Climate Change Division, Environmental Protection Agency, Washington, DC & Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory (LBL), University of California (UC), Berkeley, California, E.U.A. 73 p. 1992a.

FEARNSIDE, P. M. Forest biomass in Brazilian Amazonia: Comments on the estimate by Brown and Lugo. **Interciencia** 17(1): 19-27. 1992b.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: Quem tem razão—o INPE ou a NASA? **Ciência Hoje** 16(96): 6-8. 1993a.

FEARNSIDE, P. M. Biomass of Brazil's Amazonian forests: Reply to Brown and Lugo revisited. **Interciencia** 18(1): 5-7. 1993b.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: The effect of population and land tenure. **Ambio** 22(8): 537-545. 1993c.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas Amazônicas brasileiras. p. 95-124 In: **Anais do Seminário Emissão x Seqüestro de CO₂**. Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), Rio de Janeiro. 221 p. 1994.

FEARNSIDE, P. M. Quem desmata a Amazônia: Os pobres ou os ricos? **Ciência Hoje** 19(113): 26-33. 1995a.

FEARNSIDE, P. M. Global warming response options in Brazil's forest sector: Comparison of project-level costs and benefits. **Biomass and Bioenergy** 8(5): 309-322. 1995b.

FEARNSIDE, P. M. Amazonia and global warming: Annual balance of greenhouse gas emissions from land-use change in Brazil's Amazon region. p. 606-617 In: J. Levine (ed.) **Biomass Burning and Global Change**. Volume 2: Biomass Burning in South America, Southeast Asia and Temperate and Boreal Ecosystems and the Oil Fires of Kuwait. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, E.U.A. 902 p. 1996.

FEARNSIDE, P. M. Monitoring needs to transform Amazonian forest maintenance into a global warming mitigation option. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change** 2(2-3): 285-302. 1997a.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: Net committed emissions. **Climatic Change** 35(3): 321-360. 1997b.

FEARNSIDE, P. M. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management** 90(1): 59-89. 1997c.

FEARNSIDE, P. M. Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural. p. 314-344 In: C. Cavalcanti (ed.) **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. Editora Cortez, São Paulo. 436 p. 1997d.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. **Environmental Conservation** 24(1): 64-75. 1997e.

FEARNSIDE, P. M. Forests and global warming mitigation in Brazil: Opportunities in the Brazilian forest sector for responses to global warming under the "Clean Development Mechanism." **Biomass and Bioenergy** 16(3): 171-189. 1999a.

FEARNSIDE, P. M. Como o efeito estufa pode render dinheiro para o Brasil. **Ciência Hoje** 26(155): 41-43. 1999b.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from land use change in Brazil's Amazon region. p. 231-249. In: R. Lal, J.M. Kimble & B.A. Stewart (eds). **Global Climate Change and Tropical Ecosystems**. Advances in Soil Science. CRC Press, Boca Raton, Florida, E.U.A. 438 p. 2000a.

FEARNSIDE, P. M. Effects of land use and forest management on the carbon cycle in the Brazilian Amazon. **Journal of Sustainable Forestry** 12(1/2)(no prelo). 2000b.

FEARNSIDE, P. M. O Potencial do Setor Florestal Brasileiro para a Mitigação do Efeito Estufa sob o "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo" do Protocolo de Kyoto. pp. 59-74 In: A.G. Moreira & S. Schwartzman (eds.) **Mudanças Climáticas e os Ecossistemas Brasileiros**. Instituto de Pesquisas da Amazônia (IPAM), Brasília, DF. 165 2000c. p.

FEARNSIDE, P. M. Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. **Climatic Change** 46 (1/2):115-158. 2000d.

FEARNSIDE, P. M. s/d. **Biomass of Brazil's Amazonian forests**. (em preparação).

HOUGHTON, J. T., G.J. Jenkins & J.J. Ephraums (eds.). **Climate Change: The IPCC Scientific Assessment**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 364 p. 1990.

HOUGHTON, J. T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg & K. Maskell (eds.). **Climate Change 1995: The Science of Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 572 p. 1996.

HOUGHTON, R. A. Tropical deforestation and atmospheric carbon dioxide. **Climatic Change** 19(1-2): 99-118. 1991.

HOUGHTON, R. A., The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850-1990. **Tellus** 51B: 298-313. 1999.

HOUGHTON, R. A., R.D. Boone, J.R. Fruchi, J.E. Hobbie, J.M. Melillo, C.A. Palm, B.J. Peterson, G.R. Shaver, G.M. Woodwell, B. Moore, D.L. Skole & N. Myers. The flux of carbon from terrestrial ecosystems to the atmosphere in 1980 due to changes in land use: Geographic distribution of the global flux. **Tellus** 39B: 122-139. 1987.

HOUGHTON, J. T., L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs & B.A. Callander (eds.). **Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Genebra, Suíça 3 Vols. 1997.

ISTOÉ. "A versão do Brasil" **ISTOÉ** [São Paulo] No.1463, 15 de outubro de 1997, p. 98. 1997.

MYERS, N. **Deforestation Rates in Tropical Forests and their Climatic Implications**. Friends of the Earth, London, Reino Unido. 116 p. 1989.

MYERS, N. Tropical forests: Present status and future outlook. **Climatic Change** 19 (1-2): 2-32. 1991.

O DIÁRIO [Mogi das Cruzes]. 25 de janeiro de 1998. **"Preços das terras estão caindo, afirma FGV."** p. 5.

PERRY, H. & Landsberg, H.H. Projected world energy consumption. p. 35-50 In: United States National Academy of Sciences (NAS) **Energy and Climate**. NAS Press, Washington, D.C., E.U.A. 1977.

SCHIMMEL, D. & 75 outros. Radiative forcing of climate change. p. 65-131 In: J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg & K. Maskell (eds.) **Climate Change 1995: The Science of Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 572 p. 1996.

SETZER, A. W. & M.C. Pereira. Amazonia biomass burnings in 1987 and an estimate of their tropospheric emissions. **Ambio** 20(1): 19-22. 1991.

SETZER, A. W., M.C. Pereira, A.C. Pereira Junior & S.A.O. Almeida. **Relatório de Atividades do Projeto IBDF-INPE "SEQE" – Ano 1987**. Pub. No. INPE-4534-RPE/565. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo. 48 p. 1988.

SKOLE, D. & C. Tucker. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. **Science** 260: 1905-1910. 1993.

TRAUMANN, T. Os novos vilões: Ação dos sem-terra e de pequenos agricultores contribui para o desmatamento da Amazônia. **Veja** [São Paulo] (04 de fevereiro de 1998) 31(5): 34-35. 1998.

UN-FCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**, Document FCCC/CP/1997/7/Add1. Disponível em: <http://www.unfccc.de>. 1997.

WATSON, R. T., H. Rodhe, H. Oeschger & U. Siegenthaler. Greenhouse gases and aerosols. p. 1-40 In: J.T. Houghton, G.J. Jenkins & J.J. Ephraums (eds.) **Climate Change: The IPCC Scientific Assessment**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 364 p. 1990.

WRI (World Resources Institute). **World Resources Report 1990-91**. World Resources Institute, Washington, DC, E.U.A. 383 p. 1990.